

Eelke Turkstra
Rijkswaterstaat, Directie Zeeland
Middelburg, Nederland
en
Patrick Meire & Maurice Hoffmann
Instituut voor Natuurbehoud
Hasselt, België

Eelke Turkstra
Rijkswaterstaat, Directie Zeeland
Middelburg, Pays-Bas
et
Patrick Meire & Maurice Hoffmann
Instituut voor Natuurbehoud
Hasselt, Belgique

**Waterbeleid in het Schelde-estuarium: een
synergie tussen economische en milieubelangen**

*La politique de l'eau dans l'estuaire de l'Escaut,
une synergie des intérêts économiques
et environnementaux*

Inleiding

Een estuarium is de overgangszone van de rivier naar de zee; het is het gebied dat onderhevig is aan de getijdenwerking en waar door de vermenging van het zee- en rivierwater een typerende zoutgradiënt ontstaat. Door de aanvoer van materiaal, zowel vanuit de zee als vanuit de rivier zijn estuaria van nature biologisch zeer produktieve gebieden (Day et al., 1989). De produktie op de estuariene slikken en schorren en in de aan het riviersysteem verbonden overstromingszones en moerasgebieden is van dezelfde grootte-orde als die van het tropisch regenwoud, bedraagt een veelvoud van gematigde weide- en bosgebieden en overtreft gemakkelijk een hoogwaardig Europees landbouwgebied. Honderdduizenden vogels vinden in deze hoog produktieve gebieden hun voedsel. Dit alles resulteert in een belangrijke natuurfunctie.

Als rijke visgronden hebben deze gebieden van oudsher ook een belangrijke visserijfunctie. Bovendien zijn estuaria de natuurlijke toegang van de zee naar

het achterland en omgekeerd, waardoor ze bij uitstek geschikt zijn voor de aanleg van havens en de daaraan verbonden verstedelijking en industriële vestigingen. Verschillende van de grootste wereldsteden zijn aan estuaria gelegen. Niet voor niets worden deze gebieden de gouden randen der zee genoemd.

De ontwikkeling van deze economische belangen zijn evenwel in de laatste decennia steeds vaker in conflict gekomen met de ecologische functies van de estuaria. Aan de hand van een analyse van de problematiek van het Schelde-estuarium willen wij in deze bijdragen aantonen dat ecologische problemen een belangrijke hypothese kunnen leggen op de verdere economische ontplooiing van het gebied en dat een duurzaam beheer slechts kan bereikt worden via een goed ecologisch functionerend estuarium.

Het Schelde-estuarium

Het Schelde-estuarium is 160 km lang en loopt van Gent in Vlaanderen (B) tot

Vlissingen (N) waar zij in de Noordzee uitmondt (Fig. 1). Op Vlaams grondgebied is de getij-invloed nog merkbaar op de zijrivieren van de Schelde, nl. de Durme, de Rupel, de Zenne, de Dijle en de Nete. De getij-amplitudo neemt toe van zo'n 4 meter nabij Vlissingen tot 5,5 m nabij Temse om vervolgens stroomopwaarts terug af te nemen. Op de zijrivieren deint het getij min of meer natuurlijk uit, op de Schelde zelf wordt de getijgolf nabij Gent gestopt door een sluis. De amplitudo bedraagt hier nog zo'n kleine 2 m.

De belangrijkste habitats in een estuarium zijn slikken, schorren en geulen. De schorren zijn de begroeide gebieden rond de hoogwaterlijn. De laagste delen van het schor worden bij ieder hoogwater overspoeld, de hoogste delen slechts bij spring- of stormvloed. De onbegroeide gebieden tussen de hoog- en laagwaterlijn zijn de slikken. De geulen tenslotte zijn de gebieden die permanent onder water staan. In tegenstelling tot vele andere estuaria komen over nagenoeg de volledige lengte van het estuarium nog schorren en slikken

Introduction

Un estuaire est la zone de transition du fleuve à la mer; c'est la zone qui est sujette à l'action des marées et où le mélange des eaux salées et des eaux douces produit un gradient de salinité typique. L'apport de matériaux d'origine tant marine que fluviale transforme naturellement les estuaires en zones biologiques très productives (Day et al., 1989). La production dans les alluvionnements et les laisses estuariens et dans les zones inondables et marécageuses inhérentes au système fluvial est du même ordre de grandeur que celle des forêts tropicales, représente un multiple des zones herbagères et forestières des climats tempérés et dépasse aisément celle des zones agricoles fertiles d'Europe. Des centaines de milliers d'oiseaux trouvent leur alimentation dans ces zones très productives qui remplissent dès lors une importante fonction naturelle.

Comme elles sont riches en poissons, ces zones ont eu de tout temps une fonction halieutique importante. En outre, les

estuaires constituent un couloir naturel entre la mer et l'arrière-pays, si bien qu'ils sont tout indiqués pour l'aménagement de ports et, en corollaire, l'urbanisation et les implantations industrielles. Plusieurs des grandes métropoles mondiales se situent dans des estuaires et ce n'est pas pour rien que ces zones sont appelées les lisières dorées de la mer.

Au cours des décennies écoulées, le développement de ces intérêts en économiques est de plus en plus entré en conflit avec les fonctions écologiques des estuaires. Nous entendons démontrer, sur la base d'une analyse du problème de l'estuaire de l'Escaut, que les problèmes écologiques peuvent hypothéquer lourdement l'essor économique de la région et qu'une gestion durable ne peut se réaliser que grâce à un bon fonctionnement écologique de l'estuaire.

L'estuaire de l'Escaut

L'estuaire de l'Escaut est long de 160 km et va de Gand en Flandre (B) à Flessingue (PB) où il débouche sur la Mer du Nord (figure 1). Sur le territoire flamand, l'effet

des marées est encore perceptible sur les affluents de l'Escaut, à savoir la Durme, le Rupel, la Senne, la Dyle et la Nèthe. L'amplitude des marées passe de quelque 4 mètres à Flessingue à 5,5 m à Tamise et régresse ensuite en amont des rivières. Sur les affluents, l'effet des marées s'estompe plus ou moins naturellement, sur l'Escaut, l'onde des marées est arrêtée par une écluse à Gand. L'amplitude y est encore de quelque 2 m.

Les slikke, les laisses et les chenaux sont les principaux habitats de l'estuaire. Les laisses sont les zones de végétation à hauteur de la ligne des marées hautes. Les parties les plus basses des laisses sont inondées à chaque marée haute, les parties supérieures lors des marées d'équinoxe et des marées de tempête. Les zones privées de végétation entre la ligne séparant les marées hautes des marées basses sont les slikke ouvase. Enfin, les chenaux sont les zones qui sont inondées en permanence. Contrairement à de nombreux autres estuaires, des zones de laisses et d'alluvionnements apparaissent sur à peu près toute la longueur de l'estuaire. En Europe, l'estuaire de



Tabel 1: Oppervlaktes (ha) van de drie belangrijkste habitattypes (slikken, schorren en geulen) in het Schelde-estuarium, opgesplitst voor het Vlaamse (Zeeschelde) en Nederlandse (Westerschelde) deel

	Water	Slik	Schor	Totaal
Zeeschelde	3000	656	518	4174
Westerschelde	17598	10581	3175	31354
Totaal	20598	11237	3693	35528

voor. Binnen Europa is het Schelde-estuarium bovendien nog één van de weinige overgebleven estuaria met een vertakt en omvangrijk zout-, brak- en zoetwatergetijdenrivierensysteem (tabel 1). Vooral het zoetwatergetijdengebied is op Europese schaal een bijzonder

zeldzaam habitat (Meire et al., 1992). Het Schelde-estuarium is eveneens de economische slagader van Antwerpen en Gent. Antwerpen behoort tot de top 10 havens van de wereld. Jaarlijks is de Antwerpse haven goed voor een trafiek van meer

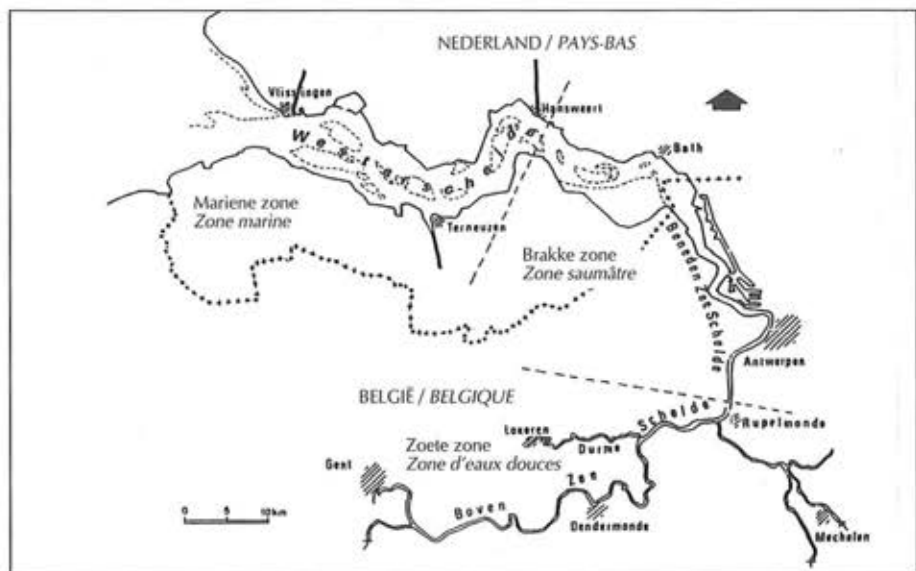
dan 100.000.000 ton goederen (Meersman & Van de Voorde, 1993; Suykens, 1988).

Het estuarium bedreigd

Het Schelde estuarium kampt, onder invloed van de menselijke activiteiten, met een groot aantal problemen die we (vanuit waterbeleid) kunnen samenvatten in twee grote categorieën: vervuiling en fysische verstoring. Dit laatste omvat zowel habitatverlies en -degradatie als de baggerwerken. Deze verschillende facetten worden hieronder kort toegelicht.

Vervuiling

De vuilvracht waarmee het dicht bevolkte en sterk geïndustrialiseerde stroomgebied van de Schelde wordt belast, komt vroeg of laat in het estuarium terecht. Alle vormen van vervuiling manifesteren zich dan ook in het Schelde-estuarium. Het zoetwatergetijdendeel wordt gekenmerkt door zuurstofloosheid en ook in het brakke gedeelte zijn de zuurstofconcentraties vaak zeer laag. De toevoer



Figuur 1: Situering van het Schelde-estuarium.
Figure 1 : Situation de l'estuaire de l'Escaut.

L'Escaut est en outre l'un des derniers estuaires comportant un système fluvio-maritime vaste et ramifié d'eaux salées, saumâtres et douces (tableau 1). C'est surtout la zone d'eaux douces soumise aux marées qui constitue à l'échelle

européenne un habitat particulièrement rare (Meire et al., 1992).

L'estuaire de l'Escaut est aussi le puits économique d'Anvers et de Gand. Anvers figure parmi les dix principaux

ports du monde. Chaque année, le port d'Anvers traite un trafic de plus de 100.000.000 de tonnes (Meersman & Van de Voorde, 1993; Suykens, 1988).

L'estuaire est menacé

Sous l'effet des activités humaines, l'estuaire de l'Escaut est confronté à un grand nombre de problèmes que nous pouvons classer (du point de vue de la politique de l'eau) en deux grandes catégories : la pollution et les perturbations physiques. Ces perturbations concernent tant la disparition et la dégradation de l'habitat que les travaux de dragage. Ces différents aspects seront commentés brièvement ci-après.

La pollution

Les déchets déversés dans le bassin de l'Escaut à forte densité de population et d'industrialisation aboutissent tôt ou tard dans l'estuaire. Toutes les formes de pollution se manifestent donc dans l'estuaire de l'Escaut. La partie soumise aux marées d'eaux douces se caractérise par la désoxygénation et, même la partie sau-

Tableau 1: Superficies (ha) des trois principaux types d'habitat (alluvionnement, laisses et chenaux) de l'estuaire de l'Escaut, ventilées en partie flamande (Escaut maritime) et néerlandaise (Escaut occidental)

	Eau	Vase	Laisse	Total
Escaut maritime	3000	656	518	4174
Escaut occidental	17598	10581	3175	31354
Total	20598	11237	3693	35528

van voedingsstoffen zoals fosfaat en nitraat is zo groot dat eutrofiëringverschijnselen optreden. Zowel in de bodem als in het water worden hoge concentraties van zowel zware metalen als diverse organische microverontreinigingen aangetroffen. Vele van deze giftige stoffen binden zich vooral aan slibdeeltjes die juist in het estuarium bezinken. Men spreekt in dit verband wel van een chemische tijdbom in de bodem van het estuarium. Voor een gedetailleerd overzicht over de vervuilinggraad van het Schelde-estuarium verwijzen wij naar Klap en Heip, 1991; Van Eck et al., 1991.

De vervuiling heeft een grote invloed op het ecosysteem. De zuurstofloze toestand in het zoetwatergetijdengebied resulteert in een zeer arme bodemfauna (Ysebaert et al., 1993) en het volledig verdwijnen van de vispopulaties en de daaraan gebonden visserijfunctie. In de rest van het estuarium komen verhoogde concentraties van diverse pollutanten voor in verschillende groepen organismen, concentraties die de «no observed effect concentration» duidelijk overschrijden (Stronkhorst, 1993).

mâtre contient des concentrations d'oxygène souvent très faibles. Des phénomènes d'eutrophisation se produisent à cause des dépôts de substances nutritives comme les phosphates et les nitrates. Des concentrations élevées tant de métaux lourds que de diverses micro-pollutions organiques se retrouvent tant dans le sol que dans l'eau. Nombre de ces substances toxiques se combinent surtout aux particules de boues qui se décantent précisément dans l'estuaire. Dans ce contexte, on évoque quelquefois l'idée d'une bombe chimique à retardement dans le fond de l'estuaire. On trouvera un tableau détaillé de la pollution de l'estuaire de l'Escaut dans Klap en Heip, 1991; Van Eck et al., 1991.

La pollution a une incidence notable sur l'écosystème. La désoxygénation dans la zone d'eaux douces soumise aux marées se traduit par une faune très pauvre dans le fond (Ysebaert et al., 1993) et l'extinction complète des populations de poissons et, en corollaire, de la fonction halieutique. Dans le reste de l'estuaire se rencontrent des concentrations élevées de divers polluants dans plusieurs

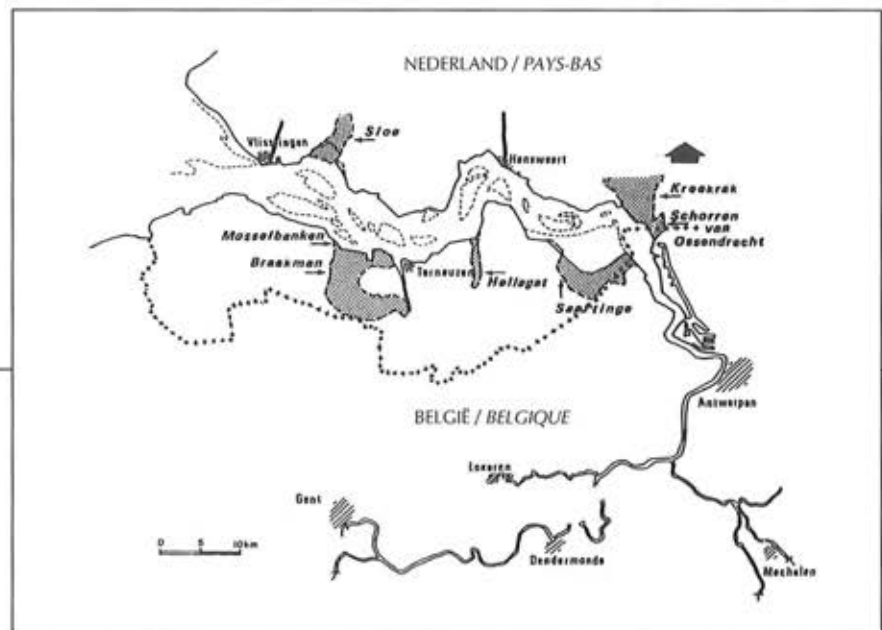
De vervuiling van de bodem legt ook een belangrijke hypotheek op de baggerwerken in de Schelde. De specifieke chemische omstandigheden in het brakke gedeelte van het estuarium ter hoogte van Antwerpen resulteren in een versnelde sedimentatie van de aangevoerde slibdeeltjes, wat de toegankelijkheid van de haven in het gedrang brengt. Om de verspreiding van dit verontreinigde slib naar het nog relatief schone stroomafwaartse deel van het estuarium te beperken, moet bij het baggeren het slib ter hoogte van Antwerpen uit het systeem gehaald worden en aan land worden geborgen. Dit stelt twee zeer grote problemen. Vooreerst moet aan land de

nodige oppervlakte worden gevonden om de specie te bergen, een oppervlakte-inname die vaak gepaard gaat met verlies van ecologisch waardevolle gebieden. Vervolgens zorgt het gecontroleerd bergen aan land ook voor veel hogere kosten dan wanneer het slib zou kunnen teruggestort worden in het riviersysteem.

Fysische verstoring

Habitatverlies en -degradatie

Het volledige Schelde-estuarium is, zoals de meeste estuaria, gekenmerkt door het eeuwenoude gebruik van landaanwinning. De «rijpe» opgehoogde



Figuur 2: Overzicht van de grote slik- en schorcomplexen die in de loop van deze eeuw langs de Westerschelde werden ingepolderd

Figure 2: Tableau des grands ensembles de boues et de laisses transformés en polders au cours de ce siècle en bordure de l'Escaut occidental

groupes d'organismes, dépassant sensiblement la «no effect concentration» (Stronkhorst, 1993).

La pollution du fond hypothèque aussi lourdement les travaux de dragage dans l'Escaut. Les circonstances chimiques spécifiques existant dans la partie saumâtre de l'estuaire à hauteur d'Anvers se traduisent par une sédimentation accélérée des particules de boues et mettent dès lors l'accessibilité du port en péril. Pour limiter la diffusion de ces boues polluées dans la partie encore relativement propre en aval de l'estuaire, il faut que les opérations de dragage extraient les boues à hauteur d'Anvers pour les déposer sur la

terre ferme, ce qui pose deux problèmes. Tout d'abord, il faut trouver à terre une superficie suffisante pour entreposer les boues, ce qui entraîne souvent la perte de zones écologiques intéressantes. Ensuite, l'entreposage contrôlé sur terre est plus coûteux que le reversement des boues dans le système fluvial.

Les perturbations physiques

La disparition et la dégradation de l'habitat

Comme la plupart des estuaires, celui de l'Escaut se caractérise par l'exploitation séculaire des terres gagnées sur la



schorren werden ingepolderd en als landbouwgebied in gebruik genomen. Recentelijk werden ook grote gebieden ingepolderd voor industriële vestigingen. In de laatste 100 jaar is de oppervlakte van het estuarium met zo'n 30% verminderd (Meire et al., 1992; Pieters et al., 1991). Zie fig.2 blz. 59.

Naast habitat verlies treedt op veel plaatsen ook habitatdegradatie op. Door bv. het aanbrengen van een oeververdediging in stortsteen ter bescherming van schorren tegen erosie wordt meteen alle natuurlijke dynamiek weggenomen en kunnen de normale geomorfologische processen niet doorgaan. De verhoging van zomerdijken rond de schorren in het zoetwatergetijdendeel kan ook leiden tot sterk gewijzigde overstromingspatronen terwijl andere schorren werden opgehoogd, wat in beide gevallen ongewenste vegetatiewijzigingen als gevolg heeft (Hoffmann, 1993).

De ecologische gevolgen van het verlies en degradatie van schorren en slikken zijn divers. Naast het verkleinen van de populaties van verschillende

soorten heeft het vooral een impact op het volledig ecologisch functioneren van het estuarium; immers die gebieden vormen een heel belangrijke «sink or source» voor de transporten en omzettingen van koolstof en nutriënten (Day et al., 1989). Direct economisch belangrijk is dat het verdwijnen van getijdengebied een reductie betekent van de natuurlijke slibafzettingsgebieden, wat op zich leidt tot hogere slibgehalten in het water en verhoogde sedimentatie in de overige gebieden (bv. toegangswegen tot de sluizen), wat weer extra baggerinspanning vereist.

In de voorbije decennia heeft ook de aanleg van dijken op vele plaatsen geleid tot habitatverlies. Na de grote overstromingen van 1953 werd in Nederland het Deltaplan opgesteld; in Vlaanderen hebben de overstromingen van 1976 tot het Sigmaplan geleid. Na uitvoering van deze plannen wordt in het volledige Scheldebekken eenzelfde veiligheidsniveau ten aanzien van overstromingen door stormvloed bereikt, te weten een kans van 1/4000. Het Deltaplan omvat de verhoging van

de Westerscheldedijken en is volledig uitgevoerd; het Sigmaplan voorziet in een verhoging van de dijken langs de Zeeschelde, in de aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden en in de bouw van een stormvloedkering nabij Oosterweel. Dijkverhoging en aanleg van gecontroleerde overstromingsgebieden is voor zo'n 75% uitgevoerd (Casteleyn en Kerstens, 1988). Over de bouw van de stormvloedkering is nog geen beslissing genomen. Door de dijkwerken zijn op vele plaatsen langsheen het volledige estuarium waardevolle biotopen, zowel binnen- als buitendijks, verloren gegaan.

Na uitvoering van de werken zal het vooropgestelde veiligheidsniveau evenwel niet worden gehaald. Inderdaad, een gevolg van de afname van de komberging (zie verder) en van de verdieping van de Westerschelde is dat de hoogwaterstanden langs het Schelde-estuarium, en vooral stroomopwaarts Hans-weert aanmerkelijk zijn verhoogd (Claessens, 1988; Pieters et al., 1991). Hierdoor stijgt uiteraard de kans op overstromingen met alle gevolgen van dien.

mer. Les laisses talutées «mûres» ont été transformées en polders et exploitées pour l'agriculture. Récemment, de vastes zones ont aussi été transformées en polders pour des implantations industrielles. Au cours des 100 dernières années, la superficie de l'estuaire a diminué de quelque 30 % (Meire et al., 1992; Pieters et al., 1991). Voir figure 2 à la page 59.

En plus de la disparition de l'habitat, on assiste à sa dégradation en de nombreux endroits. Par exemple, la consolidation des rives par des gravats pour protéger les laisses contre l'érosion prive celles-ci de toute dynamique naturelle et empêche les processus géomorphologiques normaux de se manifester. Le relèvement des digues d'été autour des laisses sur la partie soumise aux marées d'eau douce peut aussi bouleverser le profil classique des inondations, tandis que d'autres laisses ont été talutées, ce qui occasionne dans les deux cas des modifications non souhaitables dans la végétation (Hoffmann, 1993).

La disparition et la dégradation des

laisses et de boues ont divers effets écologiques. Elles réduisent les populations des diverses espèces et, surtout, elles ont un impact sur tout le fonctionnement écologique de l'estuaire; en effet, ces zones forment un «sink of source» très important pour les transports et le métabolisme de carbone et des substances nutritives (Day et al., 1980). L'effet direct sur l'économie est provoqué par la disparition de la zone soumise aux marées qui entraîne une réduction des zones de décantation naturelle des boues, de sorte que les concentrations de celles-ci dans l'eau sont plus fortes et que la sédimentation s'accroît dans les autres zones (par exemple les voies d'accès aux écluses), imposant des travaux de dragage supplémentaires.

Au cours des dernières décennies, l'aménagement de digues en de nombreux endroits a aussi entraîné la disparition d'habitats. Après les graves inondations de 1953, les Pays-Bas ont conçu le plan Delta; en Flandre, les inondations de 1976 ont donné lieu au plan Sigma. L'exécution de ces plans

porte tout le bassin de l'Escaut au même niveau de protection contre les inondations dues aux marées de tempête, à savoir une probabilité de 1/4000. Le plan Delta qui comporte l'exhaussement des digues de l'Escaut occidental a été entièrement exécuté; le plan Sigma prévoit le relèvement des digues le long de l'Escaut maritime, l'aménagement de zones d'inondations contrôlées et la construction d'un barrage anti-tempête à Oosterweel. L'exhaussement des digues et l'aménagement de zones d'inondations contrôlées ont été exécutés à raison de quelque 75 % (Casteleyn et Kerstens, 1988). La construction du barrage anti-tempête n'a pas encore été décidée. Les travaux de construction de digues ont entraîné la disparition, en de nombreux endroits, de biotopes intéressants aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des digues.

Après l'exécution des travaux, le niveau de protection fixé ne sera cependant pas atteint. En effet, la réduction de la cuvette inondable (voir plus loin) et l'approfondissement de l'Escaut occidental ont pour effet de relever sensi-

Fysische verstoring

Baggerwerken

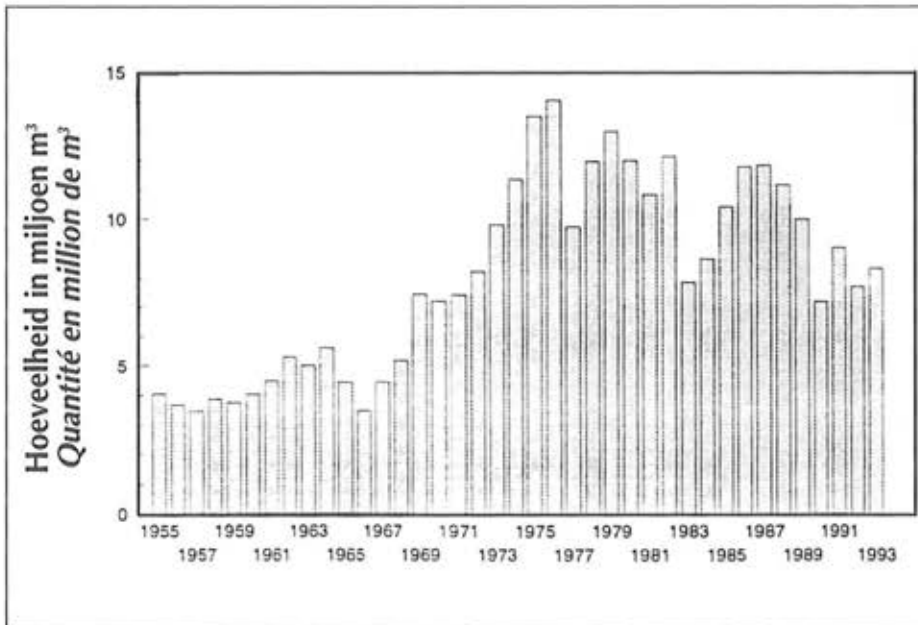
In het estuarium vinden allerlei fysische ingrepen plaats, waarvan de baggerwerken zonder meer de belangrijkste zijn. Inderdaad, de toegang tot de haven van Antwerpen kan slechts gewaarborgd worden mits jaarlijks zo'n 12 miljoen m³ specie te baggeren. De kosten hiervan bedragen ongeveer 1,2 miljard frank of 60 miljoen gulden.

De omvang van het baggerwerk is de laatste decennia snel toegenomen (Fig. 3).

Tot de eerste wereldoorlog was 1 à 2 miljoen m³ per jaar voldoende. Met de schaalvergroting van de scheepvaart nam dit in de zestiger jaren toe tot 5 miljoen m³ per jaar. Na een verdere geulverdieping in de jaren zeventig werd tijdelijk jaarlijks tot 15 miljoen m³ gebaggerd en gestort (Belmans, 1988; Claessens et al., 1991; Pieters et al., 1991). Na uitvoering van de beoogde verdieping volgens het 48'/43'-programma wordt verwacht dat jaarlijks ca. 15 miljoen m³ moet worden gebaggerd. Naast het baggeren en storten wordt jaarlijks 2 miljoen m³ zand uit de Westerschelde gewonnen. Dit drukt onvermijdelijk zijn stempel op het estuarium.

Enerzijds kan het baggeren en storten leiden tot een verhoogde troebelheid in het estuarium. Van een uitgesproken effect is hier evenwel geen sprake. Wel blijken de ecologisch waardevolle slikken en schorren in versneld tempo aan te zanden en slibben (Pieters et al., 1991). Dit in combinatie met het groot-schalige inpolderen leidt tot de afname van de komberging, dit is de totale hoeveelheid water die in het estuarium kan geborgen worden bij hoogwater. Als gevolg hiervan stroomt er minder water door de geulen, waardoor het estuarium versneld dreigt te verlanden.

Verlanding is een natuurlijk proces (Fig. 3), waarbij zand en slib in het estuarium worden ingevangen. Zowel door de rivier als door de zee wordt immers sediment aangevoerd. De verlanding versterkt evenwel zichzelf en kan door menselijke activiteiten nog meer worden versneld (Fig. 4). De ontwikkelingen in het Seine-estuarium geven dit zeer duidelijk aan (Pieters et al., 1991). De baggerwerken zijn daarom omvangrijk, omdat t.g.v. de baggerwerken de noodzaak om te baggeren juist toeneemt. In



Figuur 3: Overzicht van de baggerhoeveelheden in de totale Westerschelde
Figure 3: Tableau de la quantité de dragage dans l'Escaut occidental

blement les niveaux de crues le long de l'estuaire de l'Escaut, et surtout en amont de Hansweert (Claessens, 1988; Pieters et al., 1991). De ce fait, la probabilité d'inondations augmente avec toutes les conséquences qui en découlent.

Les perturbations physiques

Les travaux de dragage

Toutes sortes d'interventions physiques ont lieu dans l'estuaire, dont les travaux de dragage sont de loin les plus importants. En effet, l'accès au port d'Anvers n'est garanti que moyennant le dragage annuel de quelque 12 millions de m³ de matériaux, ce qui repré-

sente un coût d'environ BEF 1,2 milliard ou Hfl 60 millions.

Le volume des travaux de dragage s'est rapidement amplifié au cours des dernières décennies (fig. 3). Jusqu'à la première guerre mondiale, un volume de 1 à 2 millions de m³ suffisait. Avec le développement de la navigation, ce volume est passé à 5 millions de m³ par an dans les années soixante. Après l'approfondissement du chenal dans les années soixante-dix, les travaux de dragage et de dépôt représentaient jusqu'à 15 millions de m³ par an (Belmans, 1988; Claessens et al., 1991; Pieters et al., 1991). Après la réalisation de l'approfondissement envisagé selon le programme 48'/43', on s'attend à

devoir exécuter des travaux de dragage à raison d'environ 15 millions de m³ par an. En plus du dragage et du versement, on extrait chaque année 2 millions de m³ de sable de l'Escaut occidental, ce qui laisse inévitablement des marques dans l'estuaire.

Le dragage et le versement peuvent accentuer la turbidité de l'eau dans l'estuaire. Si l'effet n'en est pas prononcé, les boues et les laisses semblent cependant s'ensabler à un rythme accéléré. Comme ce phénomène se combine avec une importante poldérisation, la cuvette de rétention, c'est-à-dire le volume total d'eau qui peut envahir l'estuaire à marée haute, se rétrécit. Par conséquent, la quantité d'eau passant dans les chenaux baisse et l'estuaire risque de s'ensabler plus rapidement.

L'alluvionnement est un processus naturel (fig. 4) par lequel le sable et la boue se déposent dans l'estuaire. Le fleuve comme la mer transportent en effet des sédiments. L'alluvionnement se renforce toutefois et peut être accéléré par les activités humaines (fig. 4). L'évolution de



feite versterkt baggeren de effecten die reeds eeuwen geleden door inpolderingen en bedijkingen in gang zijn gezet.

In feite zitten we nu met de gevolgen van een eenzijdige aanpak van het estuarium. De blik is in het verleden te eenzijdig gericht geweest op het veiligheids-, economisch- en landbouwbelang. Mede daardoor ontstaan er problemen voor het ecologisch belang (verstoring, vervuiling), wat evenwel op zijn beurt weer leidt tot economische problemen. Een integrale aanpak is nodig.

Integrale aanpak

Integraal waterbeheer

Het besef dat de economische functies

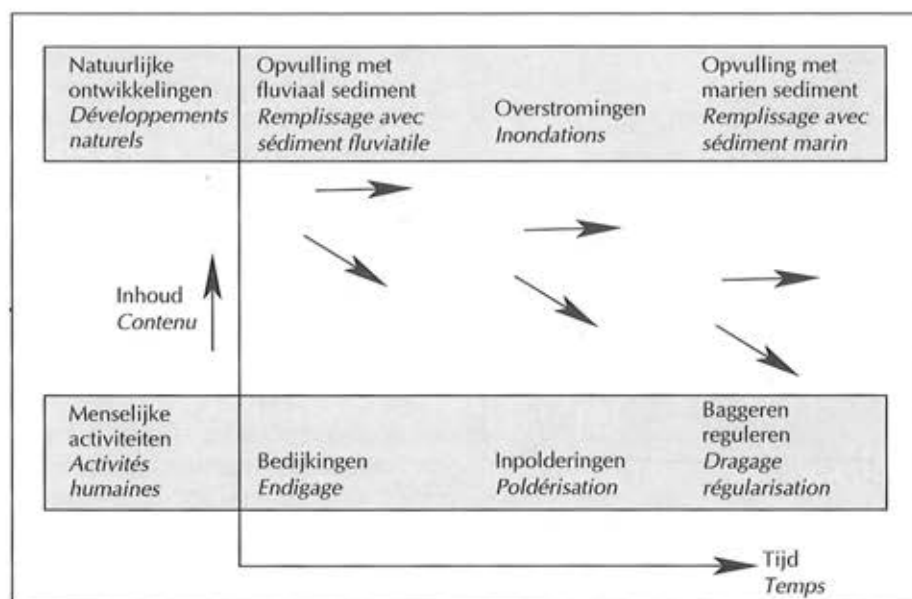
van een watersysteem inherent gebonden zijn aan het goed ecologisch functioneren van dit watersysteem heeft binnen het waterbeleid geleid tot het begrip «integraal waterbeheer» (Verhaert, et al., 1990; Anon., 1989). Integraal waterbeheer betekent dat het watersysteem in zijn geheel wordt beheerd op basis van kennis van:

- de processen in het watersysteem
- het gebruik van het watersysteem
- de bestuurlijke situatie en bevoegdhedenverdeling rondom het watersysteem.

Het watersysteem in zijn geheel beheren betekent dat het gaat om het water, de waterbodem, de oevers en de gebieden

langs het estuarium, die een relatie hebben met het water. Een watersysteem kan zijn een riviertak of een stroomgebied. Het gaat er om dat het een functionele eenheid is. Zo geldt voor een rivier dat het gehele bekken dat afwatert op de rivier in principe tot het watersysteem gerekend moet worden. Het Schelde-estuarium beschouwen we hier als een watersysteem.

Integraal waterbeheer houdt ook in dat maatregelen en/of ingrepen zo worden herzien dat ze aan meer dan één doelstelling voldoen en/of moeten aangepast worden om de bewuste doelstelling op een duurzame manier met een minimaal aan onderhoud te realiseren. Bovendien moet het behoud en herstel van ecologische waarden en het optimaal ecologisch functioneren van het systeem als even harde randvoorwaarde gelden bij afwegingen als de veiligheid en de economische imperatieven. Dit kan leiden tot elkaar versterkende projecten (bv. verhoogde veiligheid gekoppeld aan verminderde baggerwerken en beter functioneren van het estuarium) maar zal soms ook leiden tot compro-



Figuur 4: Overzicht van het verlandingsproces van een estuarium (naar Pieters et al., 1991)
Figure 4: Tableau du processus d'alluvionnement d'un estuaire (selon Pieters et al., 1991)

l'estuaire de la Seine le montre très clairement (Pieters et al., 1991). Les travaux de dragage ont une grande envergure, parce que leur exécution a précisément pour effet d'en accroître la nécessité. En fait, le dragage amplifie les effets déjà mis en branle depuis des siècles par la formation de polders et la construction de digues.

En fait, nous sommes à présent confrontés aux conséquences d'une action unilatérale dans l'estuaire. Dans le passé, on s'est focalisé excessivement sur les intérêts économiques, agricoles et de sécurité. De ce fait, des problèmes d'intérêt écologique sont apparus (perturbations, pollution), qui engendrent à

leur tour des problèmes économiques. Une approche intégrée s'impose.

Approche intégrée

Gestion intégrée de l'eau

La prise de conscience du fait que les fonctions économiques d'un système hydrologique sont intimement liées au bon fonctionnement écologique de ce système a conduit à la notion d'«approche intégrée» dans le cadre de la politique de l'eau (Verhaert, et al., 1990; Anon., 1989). La gestion intégrée de l'eau signifie que le système hydrologique d'un seul tenant sera géré en connaissant :

- les processus à l'oeuvre dans le système hydrologique
- l'utilisation du système hydrologique
- la configuration institutionnelle et la répartition des compétences autour du système hydrologique.

Gérer le système hydrologique d'un seul tenant signifie qu'il s'agit de l'eau, du fond de l'eau, des rives et des zones longeant l'estuaire en relation avec l'eau. Un système hydrologique peut être constitué d'un bras fluvial ou d'un bassin. Il faut veiller à constituer une entité fonctionnelle. Ainsi, dans le cas d'un fleuve, l'ensemble du bassin dont l'eau alimente le fleuve doit être considéré en principe comme faisant partie du système hydrologique. Nous considérons en l'occurrence l'estuaire de l'Escaut comme un système hydrologique.

La gestion intégrée de l'eau implique aussi que des mesures ou des interventions doivent être revues de manière à les ajuster à plus d'un objectif pour réaliser l'objectif considéré de manière durable avec un minimum d'entretien.

missen wat betreft de gestelde doelstellingen.

Zowel in Vlaanderen als in Nederland vormt integraal waterbeheer nu de basis van het beleid inzake het Schelde-estuarium. In Nederland zijn de basisprincipes van integraal waterbeheer vastgelegd in de Derde Nota Waterhuishouding (Anon., 1989) en voor de Westerschelde vertaald in het Beleidsplan Westerschelde (Stuurgroep Westerschelde, 1991). Ook in Vlaanderen wordt integraal waterbeheer nu meer en meer als de basis voor het toekomstig beleid erkend. Het wordt opgenomen in het dekreet op de bekkenwerking dat in voorbereiding is. Wat betreft de Zeeschelde werd op 2 februari 1994 door de Vlaamse Regering beslist tot een urgentie-programma voor de verdere afwerking van het Sigmapijan, waarbij de hoofdbedeling was de nijpende problemen inzake veiligheid op te lossen maar tegelijkertijd de zuivere waterbeheersing te kaderen binnen een integraal waterbeheer ten einde een meerwaarde te kunnen creëren voor het leefmilieu en ook vanuit deze hoek een bijdrage te leveren

voor het oplossen van de zich manifesterende problemen. Op 20 juli 1994 hechtte de Vlaamse Regering haar goedkeuring aan de visie op integraal waterbeheer zoals verwoord in de nota «A.M.I.S. Algemene milieu-impaktstudie voor het eerste deel van het Sigmapijan. Algemene beginselen en algemeen kader» (Anon., 1994). Het integraal beheer is ook expliciet opgenomen in het Verdrag inzake de bescherming van de Schelde dat sinds 17 januari 1995 door de 5 landen en gewesten van het Scheldestroomgebied is ondertekend.

Aan weerszijden van de grens is of wordt een beleid ontwikkeld om watersystemen te herstellen. Dit is een meer-sporenbeleid:

- (verdere) reductie van verontreinigingen
- herstel- en inrichtingsmaatregelen
- geleiding van gebruik.

Reductie van de vervuiling

Een *conditio sine qua non* voor het eco-

logisch herstel van het estuarium is een verdere en vergaande reductie van de verontreiniging van water en bodem. De reductie van zuurstof-vragende stoffen is noodzakelijk, naast het terugdringen van zware metalen en organische micro-verontreinigingen.

In Nederland is deze sanering gestart in het begin van de zeventiger jaren, na het verschijnen van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater in 1970. Ook in Vlaanderen was de wet op de bescherming van de oppervlaktewateren tegen verontreiniging (1971) de start voor de saneringen. Het is echter vooral sinds het verschijnen van het MINA-plan in 1991 dat in Vlaanderen de sanering van lozingen goed op gang is gekomen. Voor een overzicht van de wetgeving en het beleid ten aanzien van de waterkwaliteit verwijzen we naar Klap & Heip (1991) en ISG (1994). De intentie van beide landen om de waterkwaliteit te verbeteren is nu met de ondertekening van de waterverdragen eveneens vastgelegd. Ook op de Noordzeeconferentie werden bindende afspraken gemaakt i.v.m. de reductie van de vervuiling van de estuaria. In tabel 2

En outre, la conservation et la réhabilitation des valeurs écologiques et le fonctionnement écologique optimal du système sont à considérer comme des impératifs aussi contraignants que les impératifs économiques et de sécurité. Cela peut déboucher sur des projets se renforçant mutuellement (par exemple, sécurité accrue liée à la réduction des travaux de dragage et meilleur fonctionnement de l'estuaire) mais cela conduira parfois aussi à des compromis quant aux objectifs fixés.

La gestion intégrée de l'eau est maintenant à la base de la politique concernant l'estuaire de l'Escaut tant en Flandre qu'aux Pays-Bas. Aux Pays-Bas, les principes de base de la gestion intégrée de l'eau ont été consacrés dans le troisième rapport sur la gestion de l'eau (Anon., 1989), et se sont traduits, pour l'Escaut occidental, par le plan d'action pour l'Escaut occidental (Stuurgroep Westerschelde, 1991). La Flandre reconnaît aussi de plus en plus la gestion intégrée de l'eau comme la base de la politique future. Elle se trouve inscrite dans le décret sur le fonc-

tionnement des bassins qui est en préparation. En ce qui concerne l'Escaut maritime, le Gouvernement flamand a adopté le 2 février 1994 un programme d'urgence pour l'exécution du plan Sigma, le but principal étant de régler les problèmes épineux de sécurité mais en même temps d'inscrire la maîtrise de l'eau dans le cadre d'une gestion intégrée de l'eau afin d'apporter une plus-value à l'environnement et de contribuer ainsi à régler les problèmes qui se manifestent. Le Gouvernement flamand a approuvé le 20 juillet 1994 le cadre de référence de la gestion intégrée de l'eau, tel qu'il est formulé dans le rapport «A.M.I.S. Algemene Milieu-impaktstudie voor het eerste deel van het Sigmapijan. Algemene beginselen en algemeen kader» (Anon., 1994). La gestion intégrée est aussi mentionnée explicitement dans l'Accord concernant la protection de l'Escaut, signé depuis le 17 janvier 1995 par les 5 pays et régions du bassin de l'Escaut.

Une politique de réhabilitation des systèmes hydrologiques se développe ou s'applique déjà de part et d'autre

de la frontière. C'est une politique articulée sur plusieurs axes :

- réduction (continue) des pollutions
- mesures de réhabilitation et d'aménagement
- encadrement de l'utilisation.

Réduction de la pollution

La réduction continue et maximale de la pollution de l'eau et du sol est une *conditio sine qua non* pour la réhabilitation écologique de l'estuaire. La réduction des substances eutrophisantes est indispensable, outre l'élimination des métaux lourds et des micro-pollutions organiques.

Les Pays-Bas ont entamé cet assainissement au début des années soixante-dix, après la promulgation de la loi sur la pollution des eaux de surface en 1970. En Flandre, la loi relative à la protection des eaux de surface (1971) a été aussi le point de départ des assainissements. C'est cependant surtout depuis la parution du plan MINA en 1991 que l'assainissement des déversements a pris son envol en Flandre. Nous renvoyons à



wordt een overzicht gegeven van de beleidsplannen en doelstellingen inzake sanering in Vlaanderen en Nederland. Naast de nationale inspanningen is er concrete samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland inzake de reductie van de vervuiling. In het kader van het

LIFE-programma van de EU werd een subsidie verkregen voor het ontwikkelen van een beheersondersteunend model voor de waterkwaliteit in het gehele stroomgebied van de Schelde. In het kader van INTERREG is een samenwerkingsverband afgerond gericht op

de preventie van emissie, genaamd PROSA. Een tiental (kleinere) bedrijven werd succesvol doorgelicht op mogelijkheden voor aanpassing van het interne productieproces, waarbij emissies en produktiekosten werden beperkt. Deze resultaten kunnen dienen als stimulans

Tabel 2: Overzicht van de beleidsplannen in de oeverstaten van de Schelde (naar Santbergen, 1994)
 Tableau 2: Aperçu des plans dans les Etats riverains de l'Escaut (d'après Santbergen, 1994)

	Waterhuishouding <i>Economie de l'eau</i>	Ruimtelijke ordening <i>Aménagement du territoire</i>	Milieu <i>Environnement</i>
Frankrijk <i>France</i>	Livre Blanc du Bassin (1991) Programme d'Interventions (1992-1996)	Livre Blanc (1968) Schéma d'Aménagement (1971) Livre Vert (1973)	Plan National pour l'Environnement (1990) Livre Blanc de l'Environnement (1982)
Wallonië <i>Wallonie</i>	Plan pour la Wallonie (1987/1988)	Plan Régional d'Aménagement (1987)	l'Etat de l'Environnement Wallon (1993)
Brussel <i>Bruxelles</i>	Plan Directeur (1980) <i>Aqua Expo (1980)</i>	Plan Régional de Développement (1994)	Plan Déchêts (1990)
Vlaanderen <i>Flandres</i>	Algemeen Waterzuiverings-programma (1983) Algemeen Waterbeheersingsplan (1985) Sigmaplan (1976) <i>Programme général d'épuration des eaux (1983)</i> <i>Plan général de maîtrise des eaux (1985)</i> <i>Plan Sigma (1976)</i>	Ruimtelijk Structuurplan (1987) <i>Plan de restructuration du territoire (1987)</i>	MINA-plan (1990) <i>Plan MINA (1990)</i>
Nederland <i>Pays-Bas</i>	Derde Nota Waterhuishouding (1989) Beheersplan voor de Rijkswateren (1992) Regionota Zeeuwse Rijkswateren (1993) <i>Troisième Note Economie de l'Eau (1989)</i> <i>Plan de maîtrise pour les eaux de l'Etat (1992)</i> <i>Note de Région Eaux d'Etat zélandaise (1993)</i>	Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra (1990) <i>Quatrième Note Aménagement du Territoire Extra (1990)</i>	Nationaal Milieubeleidsplan Plus (1990) <i>Plan environnemental national Plus (1990)</i>

Klap & Heip (1991) et ISG (1994) pour un aperçu de la législation et de la politique en matière de qualité de l'eau. L'intention des deux pays d'améliorer la qualité de l'eau a été maintenant formalisée avec la signature des traités fluviaux. La Conférence sur la Mer du Nord a également adopté des dispositions contraignantes concernant la réduction de la pollution des estuaires. Le tableau 2

donne un aperçu des plans d'action et des objectifs en matière d'assainissement en Flandre et aux Pays-Bas.

La réduction de la pollution fait l'objet non seulement d'efforts nationaux, mais encore d'une coopération concrète entre la Flandre et les Pays-Bas. Dans le cadre du programme LIFE de l'Union européenne, une intervention financière a été obtenue pour développer un modèle opérationnel pour la qualité de l'eau sur l'ensemble du bassin de l'Escaut. Dans le cadre d'INTERREG, un projet de coopération axé sur la prévention d'émissions, intitulé PROSA, a été finalisé. Une dizaine d'entreprises (petites) ont été passées au crible avec succès pour dégager les possibilités d'adaptation du procédé de production interne et limiter les émissions et

voor andere bedrijven. Ook hier blijken economie en ecologie hand in hand te kunnen gaan.

De sanering van de waterloop omvat ook een sanering van de waterbodem. In de lopende vergunning in het kader van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (WVO) die door Nederland aan Vlaanderen werd verleend voor de uitvoering van het onderhoudsbaggerwerk van de vaarweg naar Antwerpen, stond als eis dat in de jaren 1992-94 rondom Antwerpen 1,3 miljoen ton slib aan het systeem moest onttrokken worden. Dit blijkt reeds gunstige effecten te hebben voor de kwaliteit van water en slib (Spronk, 1994).

Herstel- en inrichtingsmaatregelen

Een verbetering van water- en bodemkwaliteit is een conditio sine qua non voor het ecologisch herstel van het estuarium, het is evenwel een onvolgende voorwaarde. Inderdaad naast een goede milieukwaliteit is ook een goede fysische structuur van het estuarium nodig.

Binnen het projekt OOST-WEST werd

door Nederlandse en Vlaamse instellingen nauw samengewerkt aan een grondige analyse van de morfologische problematiek en zijn een aantal oplossingsrichtingen ontwikkeld, die kunnen bijdragen aan het herstel van de natuurlijke processen in het Schelde-estuarium en bovendien gunstig zijn voor de verdere economische ontwikkeling (Pieters et al., 1991). Deze oplossingsrichtingen zijn:

- Het baggermateriaal in het oostelijk deel van de Westerschelde wordt meer westelijk gestort, om rondpompen in het overvolle oostelijke deel te voorkomen en om geen afbreuk te doen aan de aanwezige komberging ter plaatse.
- Er wordt zand gewonnen op de plekken waar de aanzanding het grootst is. Dit betekent een verplaatsing van de zandwinning van het westen naar het oosten.
- Ontpoldering stroomopwaarts van de aanzanding. Hierdoor wordt achterin het estuarium meer komberging gecreëerd.

Aangezien de voorstellen verregaande sociaal-economische gevolgen kunnen hebben zijn deze oplossingsrichtingen ter beoordeling voorgelegd aan een team van professoren. Deze hebben in principe positief gereageerd, maar tevens gewaarschuwd voor een te optimistische houding t.a.v. de mogelijkheden om de processen goed te kunnen voorspellen (Engel, 1994).

De economische meerwaarde van deze oplossingen ligt onder andere in de mogelijkheid om de baggerinspanning te verkleinen; om de beveiliging tegen overstromingen te verbeteren; om de economische baten van een beter functionerend ecosysteem te optimaliseren (visserij, recreatie, verbeterde natuurlijke slibberging; verbeterd zelfreinigend vermogen). De ecologische meerwaarde ligt vooral in een toegenomen oppervlakte slikken en schorren en een verbetering van het ecologisch functioneren van het systeem wat tot een duidelijke toename van de biodiversiteit leidt in vergelijking met de huidige toestand.

Tot op heden is nog geen echte econo-

les coûts de production. Ces résultats peuvent servir d'incitant pour d'autres entreprises. L'économie et l'écologie, comme on le voit, peuvent faire alliance.

L'assainissement du cours d'eau comporte aussi l'assainissement du fond. Dans le cadre du permis délivré par les Pays-Bas à la Flandre dans le cadre de la loi sur la pollution des eaux de surface, pour l'exécution des travaux de dragage d'entretien de la voie navigable vers Anvers, un volume de 1,3 million de tonnes de boues devait être extrait du système dans les années 1992-1994 autour d'Anvers. Cette exigence a réellement eu des effets favorables sur la qualité de l'eau et des boues (Spronk, 1994).

Mesures de réhabilitation et d'aménagement

L'amélioration de la qualité de l'eau et du sol est une condition sine qua non de la réhabilitation écologique de l'estuaire, c'est cependant une condition insuffisante. En effet, une bonne structure physique de l'estuaire est aussi indispensable qu'une bonne qualité de l'environnement.

Les instances néerlandaises et flamandes ont collaboré étroitement dans le cadre du projet OOST-WEST pour procéder à une analyse approfondie de la situation morphologique et élaborer quelques solutions potentielles de nature à contribuer au rétablissement des processus naturels dans l'estuaire de l'Escaut et à favoriser en outre le développement économique ultérieur (Pieters et al., 1991). Ces solutions potentielles sont :

- Les matériaux de dragage dans la partie orientale de l'Escaut occidental seront déversés davantage à l'ouest pour éviter les pompages autour de la partie orientale saturée et pour ne pas porter atteinte à la cuvette de rétention présente à cet endroit.
- Le sable sera extrait aux endroits où l'ensablement est le plus important. Cela implique un déplacement de l'extraction de sable de l'ouest vers l'est.
- Dépoldérisation en amont de l'ensablement. On crée ainsi une cuvette de

rétention plus vaste à l'arrière de l'estuaire.

Comme les propositions peuvent avoir des conséquences socio-économiques étendues, ces solutions potentielles ont été soumises à l'appréciation d'une équipe de professeurs. Ceux-ci leur ont réservé un accueil en principe favorable mais ont mis en garde contre un optimisme excessif à l'égard des moyens pour bien prévoir les processus (Engel, 1994).

La plus-value économique de ces solutions réside entre autres dans la possibilité de réduire les opérations de dragage, d'améliorer la protection contre les inondations, de profiter des avantages économiques d'un meilleur fonctionnement de l'écosystème (pêche, loisirs, entreposage naturel des boues; capacité auto-épuratoire améliorée). La plus-value écologique réside surtout dans l'accroissement de la superficie de laisses et slikke et dans l'amélioration du fonctionnement écologique du système, ce qui accentue nettement la biodiversité au regard de la situation actuelle.



misce afweging van de verschillende voorgestelde oplossingsrichtingen uitgewerkt. Onderstaand voorbeeld kan evenwel als richtinggevend worden beschouwd. Als de komberging blijvend wordt vergroot door te ontpolleren, wordt de verhouding vloedvolume/inhoud van het estuarium positief beïnvloed. Dat betekent dat de werking van het getij in kracht toeneemt. Dit heeft uiteindelijk tot gevolg dat er minder baggerwerk is te verwachten (Pieters et al., 1991, Claessens et al. 1991). Stel dat 2.000 ha kombergingsoppervlak aan de Zeeschelde toegevoegd wordt. Dit geeft een spectaculaire toename van de natuurwaarde. Volgens modelberekeningen levert dit aan de grens ook een toename op van het vloedvolume van 20 à 25 miljoen m³. Dat is ca. 10% van het huidige vloedvolume ter plaatse. Stroomopwaarts zal de geul daardoor verruimen. Dat betekent een geschatte besparing op het baggerwerk in de orde van 2 miljoen m³/jr, ofwel ca. 200 miljoen frank of 10 miljoen gulden, ruim 15% van de huidige jaarlijkse onderhoudskosten. De besparing kan fors toemenen, als de verdieping wordt uitge-

voerd. De kosten voor aankoop en inrichting van de ontpollerde gebieden liggen ruw geschat in de orde van 3 miljard frank of 150 miljoen gulden. Het lijkt dus interessant om een gedegen berekening te laten maken, want uit deze ruwe cijfers blijkt op termijn een belangrijke besparing te realiseren, m.a.w. een combinatie met een duurzame economische en ecologische ontwikkeling.

Het toevoegen van 2.000 ha kombergingsgebied is in de huidige omstandigheden evenwel maatschappelijk nog niet haalbaar, hoewel die oppervlakte eigenlijk moet vergeleken worden met bv. de expansie van de haven op de Antwerpse Linkeroever die bijna 7.500 ha beslaat! Toch is het uitermate belangrijk dat deze visie aan de basis ligt bij het concipiëren van alle verdere ingrepen in het estuarium. Zo kan de vraag gesteld worden wat de mogelijkheden zijn om bij de verdere ontwikkeling van de Antwerpse haven een tijdok aan te leggen op Linkeroever. Dit zou een behoorlijke toename in komberging kunnen koppelen aan het verder operationeel maken van de

Waeslandhaven. Ook bij de afwerking van het SIGMA-plan zijn diverse mogelijkheden om de komberging op al dan niet bescheiden wijze te vergroten. De mogelijkheid om de bestaande en toekomstige gecontroleerde overstromingsgebieden, meer bij het estuariene systeem te betrekken bv. onder de vorm van winterse overstromingen in die gebieden, wordt nu onderzocht. De winst aan komberging kan klein zijn maar de winst op het vlak van slibberging en de omzetting van nutriënten in het systeem kan zeer groot zijn. Er is dringend meer onderzoek nodig om deze processen te kwantificeren. Dan hebben we het nog niet eens gehad over de baten die voortvloeien uit een hogere produktiviteit en lagere slibgehalten. Niet alleen is de visserij, die het toch al zo moeilijk heeft, ermee gediend, ook de kinderkamer- en kraamkamerfuncties zullen er aanzienlijk door verbeteren. Eind 1994 werd door de Vlaamse Regering beslist om een uitgebreid onderzoeksprogramma op te starten om de impact van verschillende inrichtingsalternatieven op de verschillende facetten van het estuariene milieu te onderzoeken.

Les différentes solutions proposées n'ont pas encore fait jusqu'à présent l'objet d'une véritable évaluation économique. L'exemple qui suit peut être cependant considéré comme indicatif. Si la cuvette de rétention est étendue en permanence par la dépoldérisation, le rapport volume d'écoulement/contenu de l'estuaire est influencé favorablement. Cela signifie que l'action des marées augmente en puissance. Il en résulte finalement une réduction des opérations de dragage à prévoir (Pieters et al., 1991, Claessens et al., 1991). En admettant que 2.000 ha de superficie de cuvette de rétention soient ajoutées à l'Escaut maritime, on assisterait à une augmentation spectaculaire de la valeur naturelle. D'après des calculs modélisés, cela donne à la limite une augmentation du volume d'écoulement de 20 à 25 millions de m³, soit + 10% du volume d'écoulement actuel sur place. Le chenal s'élargira en amont de ce fait. Cela permet, selon les estimations, d'économiser des travaux de dragage à raison de 2 millions de m³/an, soit environ BEF 200 millions ou Hfl 10 millions, près de 15 % des frais d'entretiens annuels à l'heure actuelle. L'économie peut s'amplifier si l'approfondissement est réalisé.

Les frais d'acquisition et d'aménagement des zones soustraites aux polders sont évalués grosso modo à BEF 3 milliards ou Hfl 150 millions. Il paraît donc intéressant de faire effectuer un calcul précis, car ces chiffres bruts révèlent à terme une économie importante à réaliser, autrement dit, une combinaison avec le développement économique et écologique durable.

L'adjonction de 2.000 ha de zone de rétention n'est cependant pas encore socialement acceptable dans les circonstances actuelles, bien que cette superficie doive en fait être comparée par exemple à l'expansion du port sur la rive gauche Anversoise qui représente près de 7.500 ha ! Il est quand même primordial que cette vision soit à la base de la conception de toutes les opérations ultérieures dans l'estuaire. Ainsi peut-on se demander quelles sont les possibilités de construire un dock de marée sur la rive gauche lors du développement ultérieur du port d'Anvers. Cela permettrait de conjuguer une augmentation sensible de la cuvette de rétention à l'opérationnalisation du port Waesland. L'achèvement du plan Sigma comporte aussi diverses

possibilités d'accroître la superficie de rétention dans des proportions modestes ou non. La possibilité d'imbriquer plus étroitement les zones d'inondation contrôlée actuelles et futures dans le système estuarien, par exemple sous la forme d'inondations hivernales dans ces zones, est à l'étude. Le gain en cuvette de rétention peut être modeste mais le gain en termes d'entreposage des boues et de métabolisme des éléments nutritifs dans le système peut être très important. Une étude plus approfondie de quantification de ces processus s'impose d'urgence. Nous n'avons même pas encore parlé des avantages qui découlent d'un gain de productivité et des concentrations plus faibles de boues. C'est tout bénéfique non seulement pour la pêche, déjà en butte à des difficultés, mais aussi pour les fonctions de frai. Le gouvernement flamand a décidé fin 1994 de lancer un vaste programme de recherche pour mesurer l'impact des différentes alternatives d'aménagement sur les différentes facettes du milieu estuarien.

L'approfondissement suivant le programme 48/43' concrétisera les solutions potentielles évoquées ci-dessus.

Bij de verdieping volgens het 48'/43'-programma wordt een invulling gegeven aan bovenstaande oplossingsrichtingen. Zo zal het in het oosten van de Westerschelde gebaggerde materiaal in meer westelijk gelegen gebied worden gestort. Daarnaast is een betekende hoeveelheid geld vrij gemaakt dat bijvoorbeeld kan worden aangewend voor het realiseren van komberging.

Ook herstel- en inrichtingsmaatregelen vinden plaats aan beide zijden van de grens. Voor Vlaanderen kan genoemd worden het Ecologisch Impulsgebied Schelde-Dender-Durme dat als doelstelling heeft om langs de Zeeschelde en de Durme zoveel mogelijk de natuurwaarden te herstellen en te ontwikkelen (Meire et al., 1993). Vlaanderen en Nederland hebben in het kader van het LIFE-programma van de EU subsidie gekregen ten behoeve van het herstel van natuur in het Schelde-estuarium (projekt MARS; Marsh Amelioration along the River Schelde). Verder doen Vlaamse en Nederlandse instanties onder de vlag van de Technische Scheldec commissie onderzoek naar mogelijkheden om de natuurlijke pro-

cessen in het estuarium in stand te houden en zo mogelijk te verbeteren. Daarbij blijkt dat economie en ecologie hand in hand gaan.

In het beleidsplan «Sanering waterbodembeneden-Zeeschelde» dat momenteel wordt opgemaakt door het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap wordt ook duidelijk gesteld dat een duurzame oplossing van de slibproblematiek slechts kan bekomen worden wanneer 1) het aangevoerde slib van goede kwaliteit is en 2) de aanvoer van slib drastisch beperkt wordt door enerzijds waterzuivering en anderzijds het ecologisch herstel van de rivier. Dit laatste houdt vooral in het herstel van natuurlijke sedimentatiegebieden zoals oevers enloedvlaktes in de rivier en slikken, schorren en vloeimeersen in het estuarium.

Conclusie

Uit deze summiere, en daardoor uiteraard onvolledige bespreking van enkele probleemvelden moet duidelijk zijn dat een economische ontwikkeling op termijn onmogelijk is zonder die te koppelen aan de ecologische ontwikkeling

en een ecologische impasbaarheid. Zoniet zal de economische ontwikkeling zichzelf versmachten. Een duurzaam beheer impliceert inderdaad een nauwe koppeling tussen ecologie en economie. Pas wanneer dat besef voldoende gegroeid is kunnen we tot de vereiste integratie van ecologie en economie komen.

Samenvatting

Van oudsher zijn estuaria van economisch en ecologisch belang. Niet voor niets worden estuaria de gouden randen van de zee genoemd. Economische belangen hebben in de achterliggende decennia tot eeuwen de ecologische belangen overheerst. Recentelijk wordt juist in dit soort gebieden het belang van ecologische processen ingezien en erkend. Een eenzijdige aanpak maakt plaats voor een integrale aanpak. Het blijkt dat economische en ecologische belangen hand in hand kunnen gaan. Erkenning van de ecologie is van economisch belang. In deze bijdrage wordt deze gedachtengang geïllustreerd aan de hand van het Schelde-estuarium. ■

Ainsi, les matériaux dragués à l'est de l'Escaut occidental seront déversés dans une zone située plus à l'ouest. En outre, des crédits significatifs ont été libérés pour être affectés par exemple à la réalisation de cuvettes de rétention.

Les mesures de réhabilitation et d'aménagement s'effectuent aussi de part et d'autre de la frontière. Pour la Flandre, on peut mentionner la zone d'impulsion écologique Escaut-Dendre-Durme qui a pour objectif de rétablir et de développer au maximum les valeurs naturelles le long de l'Escaut maritime et de la Durme (Meire et al., 1993). La Flandre et les Pays-Bas ont obtenu une intervention financière dans le cadre du programme LIFE de l'Union Européenne en vue de la réhabilitation de la nature dans l'estuaire de l'Escaut (projet MARS. Marsh Amelioration along the River Schelde). Les instances flamandes et néerlandaises étudient par ailleurs, sous les auspices de la Commission technique de l'Escaut, les possibilités de préserver les processus naturels dans l'estuaire et de les améliorer dans la mesure du possible. On constate que l'économie et l'écologie

peuvent se donner la main dans ce contexte.

Le plan d'action «assainissement du fond de l'Escaut maritime inférieur» qui est actuellement établi par le Ministère de la Communauté flamande, affirme clairement qu'une solution durable du problème des boues ne peut être obtenue que si 1) les boues acheminées sont de bonne qualité et 2) que l'acheminement de boues soit strictement limité, d'une part, par l'épuration des eaux, et, d'autre part, par la réhabilitation écologique du fleuve. Cette dernière implique surtout le rétablissement des zones de sédimentation naturelle comme les rives et les surfaces d'écoulement dans le fleuve, les alluvionnements, les laisses dans l'estuaire.

Conclusion

Cette analyse sommaire et forcément incomplète de quelques problèmes montre que le développement économique est impossible à moyen terme s'il ne passe par le développement écologique et une intégration écologique. Dans le cas contraire, le développe-

ment économique se sabordera soi-même. Une gestion durable implique en effet une liaison étroite entre écologie et économie. Ce n'est qu'au moment où nous en aurons pleinement conscience, que nous pourrions réaliser l'intégration requise de l'écologie et de l'économie.

Résumé

Les estuaires ont eu de tout temps une importance économique et écologique. Ce n'est pas pour rien que les estuaires sont appelés les lisières dorées de la mer. Les intérêts économiques l'ont emporté sur les intérêts écologiques au cours des décennies et même des siècles écoulés. L'importance des processus écologiques a été perçue et admise récemment et précisément dans ce type de zones. Une approche unilatérale fait place à une approche intégrée. Il apparaît que les intérêts économiques et écologiques peuvent s'allier. La reconnaissance de l'écologie revêt une importance économique. Le présent article illustre ce raisonnement avec l'exemple de l'estuaire de l'Escaut. ■



Referenties/Références

- **Anon.**, 1989. Derde nota waterhuishouding: Water voor nu en later. SDU uitgeverij, Den Haag.
- **Anon.**, 1994. Algemene milieu-impaktstudie voor het eerste deel van het Sigmaplan: algemene beginselen en algemeen kader. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, nota AMIS 045, Brussel.
- **Belmans, H.**, 1988. Verdiepings- en onderhoudsbaggerwerken in Wester- en Zeeschelde. *Water* 43: 184-194.
- **Casteleyn, E. & P. Kerstens**, 1988. Het Sigmaplan: beveiliging van het Zeescheldbekken tegen stormvloed van de Noordzee. *Water* 43: 170-175.
- **Claessens, J.**, 1988. Het hydraulisch regime van de Schelde. *Water* 43: 163-169.
- **Claessens, J., J. Van Hoof & J.H.M. De Ruig**, 1991. Interactie morfologie en baggerwerken. *Water* 60: 182-189.
- **Day, J.W. Jr., C.A.S. Hall, W.M. Kemp & A. Yanez-Arancibia**, 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley, New York.
- **Engel, H.** 1994. Een internationale blik op het Schelde-estuarium. Brochure Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Middelburg.
- **Hoffmann, M.**, 1993. Vegetatiekundig-Ecologisch onderzoek van de buitendijkse gebieden langs de Zeeschelde met vegetatiekartering. Rapport Universiteit Gent & Instituut voor Natuurbehoud.
- **International Scheldt Group (ISG)**. Water quality management in the Scheldt basin (interim progress report 1993). March, 1994. Pages: 129. Report AX/94/013.
- **Klap, V. & C. Heip**, 1991. De Schelde: een evaluatie van het beleid, de functies en de waterkwaliteit. Raadgevende Interparlementaire Beneluxraad, 404-1: 1-97.
- **Meersman, H. & E. Van de Voorde**, 1993. De toekomstige Antwerpse haventrafiek. pp. 73-86 in de Nave, F. (ed.) Antwerpen, een geschenk van de Schelde: de Antwerpse haven door de eeuwen heen. Tijdschrift van het Gemeentekrediet nr. 183 (1993/3).
- **Meire, P., G. Rossaert, N. De Regge, T. Ysebaert & E. Kuijken**, 1992. Het Schelde-estuarium: ecologische beschrijving en een visie op de toekomst. Rapport RUG-WWE no 28/IN nr. A 92.57, RUG en Instituut voor Natuurbehoud.
- **Meire, P., K. Desmet, L. Hemelaer, H. Quintens, V. Vanden Bil, L. Van der Vliet & J. Verboven**, 1994. Het ecologisch impulsgebied Schelde-Dender-Durme: doelstellingennota. Nota AMINAL, Antwerpen.
- **Pieters, T., C. Storm, T. Walhout & T. Ysebaert**, 1991. Het Schelde-estuarium, méér dan een vaarweg. Rijkswaterstaat, Nota GWWS-91.081, Middelburg.
- **Santbergen, L.**, 1994. Waterkwaliteitsbeheer in het Scheldestroomgebied ISG brochure, 16 pp.
- **Spronk, G.**, 1994. Invloed van slibonttrekking Beneden-Zeeschelde op waterkwaliteit op de Belgisch-Nederlandse grens. Rijkswaterstaat, RIKZ/ABD, Werkdocument RIKZ/AB/94.883x.
- **Stronkhorst, J.**, 1993. The environmental risks of pollution in the Scheldt estuary. Pp. 383 - 3394 in Meire, P. & M. Vincx (Eds). *Marine and Estuarine Gradients*, Netherlands Journal of Aquatic Ecology, 27: 71-496.
- **Stuurgroep Westerschelde**, 1991. Beleidsplan Westerschelde, bestuurlijk klankbordforum Westerschelde.
- **Suykens, F.**, 1988. Het economisch belang van een Zeehaven. *Water* 43: 242-247.
- **Van Eck, B., N. De Pauw, M. Van den Langenbergh & G. Verreet**, 1991. Emissies, gehalten, gedrag en effecten van (micro)verontreinigingen in het stroomgebied van de Schelde en Schelde-estuarium. *Water* 60: 164-181.
- **Verhaert, E., A. Schneiders, G. De Blust, L. Bervoets, J. Coeck & R.F. Verheyen**, 1990. Integraal waterbeheer. Ruimtelijke Planning 24: II.G.1.a.
- **Ysebaert, T., P. Meire, D. Maes & J. Buijs**, 1993. The benthic macrofauna along the estuarine gradient of the Schelde estuary. Pp. 327- 342 in Meire, P. & M. Vincx (Eds). *Marine and Estuarine Gradients*, Netherlands Journal of Aquatic Ecology, 27: 71-496.